

研究成果と臨床応用

フッ化物の応用 による根面齲蝕 の予防

新海 航一 Koichi Shinkai

日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

..

キーワード：
根面齲蝕／フッ化物／フッ素濃度／耐酸性／齲蝕予防

はじめに

高齢化社会を迎え、さらに高齢者における残存歯率が高くなりつつある昨今、臨床において根面齲蝕に遭遇する機会が増えてきたのは事実である。露出根面の臨界 pH は乳歯と同程度に高いといわれており、高齢者において根面齲蝕の罹患率が高い一因と考えられる。

フッ化物塗布やレーザー照射はエナメル質の脱灰を抑制することが数多く報告されている。とくに、フッ化物はエナメル質への応用により耐酸性向上・齲蝕予防効果を期待して、PTC 後の歯面塗布剤、歯磨剤および洗口剤に各々適切な濃度で配合されている。フッ化物塗布、炭酸ガスレーザー照射あるいは両者の併用は、エナメル質と同様に根面歯質に対しても耐酸性を向上させるものと思われる。しかしながら、それらのセメント質あるいは象牙質に対する脱灰抑制効果に関する研究報告¹⁻⁹⁾は数少なく、フッ化物中のフッ素濃度の影響など詳細に関しては不明な点が多い。

そこで、露出根面の齲蝕予防に有効な処置方法を確立するために、まずフッ化物のフッ素濃度が歯根面の耐酸性に及ぼす影響についてヒト抜去歯を用いて検討した。

材料と方法

グレーシー型スケーラーを用いてヒト抜去小白歯(20歯)のルートプレーニングを行った後、セメントエナメル境から約 2 mm 根尖寄りの位置で歯軸に対して垂直方向に切断し、歯冠部を取り除いた歯根を実験に供した。歯根の近心あるいは遠心面で切断部位から約 2 mm の位置に正方形のマスキングテープ(3×3 mm)を貼付し、歯根全体に Protect Varnish® (Kuraray Medical) を塗布、乾燥させてからさらにネイルバーニッシュを塗布した。乾燥後、テープを除去し(図 1)、各種濃度(2.0, 0.2, 0.05%)に調整したフッ化ナトリウム(NaF)液を正方形窓内に各々応用した。

各 NaF 液の応用時間と方法は 2.0% : 5 分間塗布(実験群 1)、0.2% : 50 分間の液中浸漬(実験群 2)、0.05% : 200 分間の液中浸漬(実験群 3)とした。な

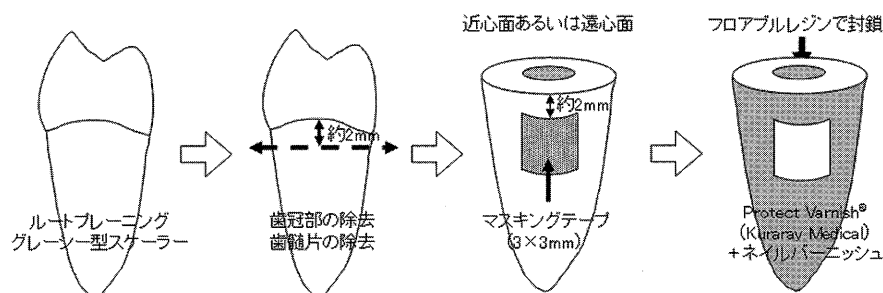


図1 抜去歯の調整

お、NaF液を応用しない群をコントロールとし、5歯ずつ4実験群を設けた。

pHサイクリングは、pH4.7に調整した脱灰溶液(0.05M酢酸, 2.2mM CaCl₂, 2.2mM KH₂PO₄)とpH7.0に調整した再石灰化溶液(0.02M HEPES, 3.0mM CaCl₂, 1.8mM KH₂PO₄)を用いて行い、「脱灰18時間⇒精製水による水洗5分間⇒再石灰化6時間⇒精製水による水洗5分間」のサイクルを2回繰り返した。

pHサイクリング終了後、Isomet® (Buehler)にて試料を約250μmの厚さで歯軸に対して垂直に切断して薄切切片を作製した。さらに砥石法にて#2000まで研磨し、最終的な切片の厚さを約120μmに調整した。1歯から3枚の薄切切片を作製し、各実験群につき15枚の切片を得た。

ガラス乾板 (High Precision Photo Plate®, Konica

Minolta) 上に薄切切片を密着させ、Contact Micro-Radiography (CMR) 撮影装置 (S-11, Softex) を用いて加速電圧7kV, 加速電流3mA, 照射時間20分間の条件下でCMR撮影を行った後、プレートを現像・定着・水洗してCMR画像を得た。

光学顕微鏡 (Eclipse E1000®, Nikon) を用いて脱灰層を観察 (×200) し、CCDカメラでデジタル画像を撮影した。汎用画像解析ソフトウェア (Image-Pro Express®, Planetron) を用いて脱灰深さ (μm) を測定した (図2)。

実験群間の統計学的有意差 ($p < 0.05$) は、一元配置分散分析を行った後に Bonferroni post hoc test により検定した。

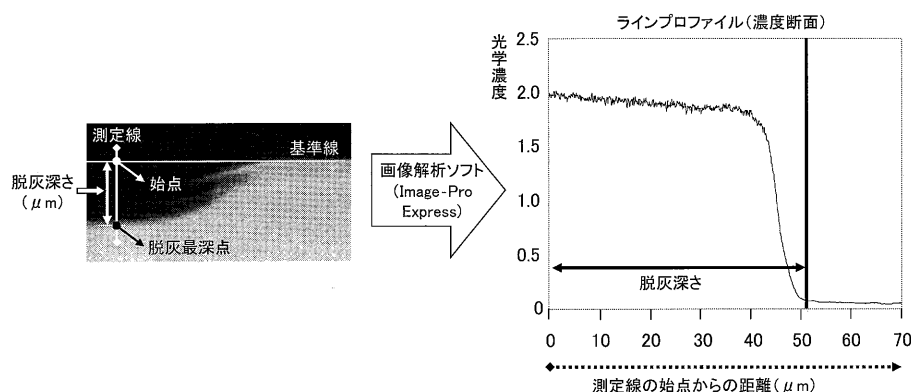


図2 脱灰深さの測定方法

結果および考察

脱灰深さの測定結果を図3に示す。脱灰深さの測定値を統計分析した結果、実験群1と実験群2の間を除いた各実験群の間に統計学的有意差を認めた ($p < 0.05$)。すなわち、2%NaF液を5分間応用した実験群1と0.2%NaF液を50分間応用した実験群2は、コントロールと比較して有意に脱灰深さが浅い ($p < 0.0001$) ことから、両者とも強い脱灰抑制効果をもつことが明らかとなった。また、両者間の脱灰抑制効果には有意差が認められなかった ($p > 0.05$)。0.05%NaF液を200分間応用した実験群3は、コントロールと比較して有意に脱灰深さが浅い ($p = 0.041$) ことから脱灰抑制効果を有すると判定されたが、その脱灰深さは実験群1および2と比較すると有意に深く ($p < 0.0001$, $p = 0.016$)、両者に比べて脱灰抑制効果が劣るものと思われる。

各実験群における代表的なCMR画像を図4に示す。AとBの画像では脱灰層(透過像)の表層に再石灰化層(不透過像)が認められるが、CとDの画像では再石灰化像は認められない。本研究では再石灰化層の厚さを測定・分析していないが、実験群1(2.0%NaF塗布群)は他群と比較して明瞭で厚い再石灰化層を生成する傾向がみられた。

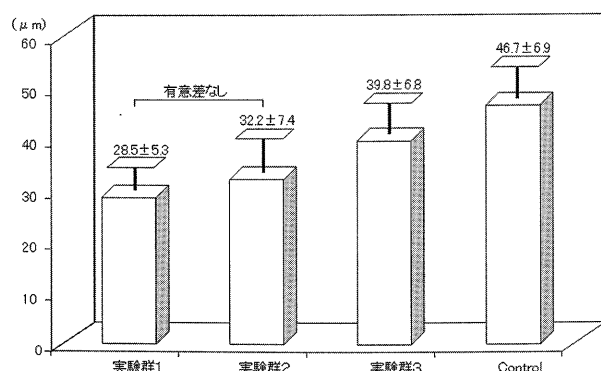
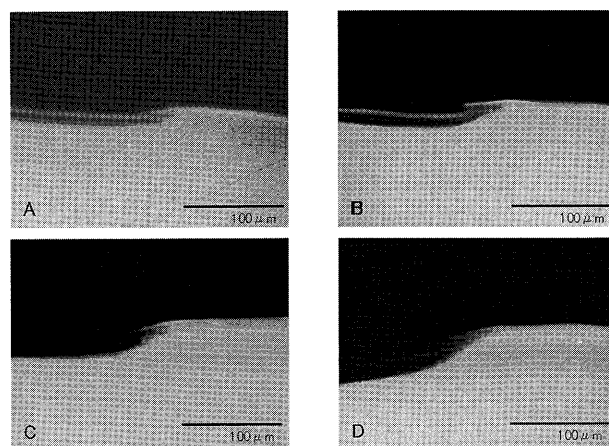


図3 脱灰深さの比較

根面歯質の耐酸性および再石灰化の評価方法としては、Transversal Micro-Radiography (TMR) 法^{2,3,4,6)}が主として用いられている。またCMR法とPolarized Light-Microscopy (PLM) 法^{1,5)}を併用して評価している研究報告もみられる。本研究ではCMR画像を画像解析ソフトで解析して脱灰深さを測定した。今回実施したこの評価方法は、CMR画像上で脱灰前の歯根面を測定時の基準面に設定できない、またミネラルロスを評価できない等の欠点がある。

フッ素濃度が低いケースでも脱灰抑制効果および脱灰層表層の再石灰化が確認されたと報告されている^{1,2,4,6)}が、本研究結果においても同様の結果が得られた。また、フッ素濃度が高い方³⁾が、また歯面での停滞時間が長い方⁵⁾が耐酸性向上効果は高いことが報告されているが、本研究結果では脱灰抑制効果はフッ素濃度に依存していた。

臨床的には、予防から一歩進んで初期活動性根面齲蝕に対してフッ化物を応用して再石灰化を図り、非活動性齲蝕に転ずる試みがなされ、欧米を中心にいくつかの研究報告^{10,11)}がみられる。フッ化物配合歯磨剤を日常的に使用している高齢者を対象に、0.05%NaF配合洗口剤を毎日併用するグループ、プラセボ洗口剤を毎日併用するグループ、ならびにプラセボ洗口剤に



A: 実験群1 2.0%NaF (9000ppm), B: 実験群2 0.2%NaF (900ppm)
C: 実験群3 0.05%NaF (225ppm), D: Control F 応用無し

図4 各実験群における代表的なCMR画像

よる毎日の洗口と1.2%フッ化物配合ジェルの年2回塗布を行うグループの3群に分けて、4年後に活動性根面齲蝕が非活動性に転じた割合を比較した結果、0.05%NaF 配合洗口剤併用グループが他のグループと比較してその割合が有意に高かったことが報告されている¹⁰⁾。また、頬側歯根面の活動性齲蝕を対象にして、フッ化物配合歯磨剤を日常的に使用しながら、臨床実験開始時と2ヶ月後に2%NaF 溶液を2分間塗布する処置を実施した結果、2～6ヶ月のうちにすべて非活動性に転じたことが報告している研究もみられる¹¹⁾。

歯根面に対するNaF 液の応用は、今回設定した実験条件のいずれも脱灰抑制効果があることが判明したが、NaF 液中のフッ素濃度によりその効果に有意差があり、洗口剤に含まれる低濃度のフッ素濃度(225 ppm)では応用時間を長くしても歯根面の耐酸性を向上させる効果は薄いものと推察される。

臨床への応用

臨床で遭遇する根面齲蝕は様々な病態を呈している。一般的に、根面齲蝕には接着性コンポジットレジン修復、ガラスアイオノマーセメント修復あるいはレジン添加型ガラスアイオノマーセメント修復が適応されるが、セメントエナメル境に沿って拡大した環状根面齲蝕、歯肉縁下へ拡大した根面齲蝕ならびに根分歧部に生じた根面齲蝕の修復は、非常に高度な修復技術を必要とする。また、高齢者の歯科治療は、患者が全身疾患を有している場合、在宅診療をはじめとして治療環境および治療時間の制約を受けるケースが多い。したがって、フッ化物応用による根面齲蝕予防がもつ臨床的意義はきわめて大きい。

本実験結果からNaF 液の応用は濃度により効果の差があるものの、歯根面に対して齲蝕予防効果があることが判明した。露出根面に対して2%NaF 液の塗布を診療室で5分間程度実施することが最も効果的であると思われ、メンテナンス時の定期的なフッ化物塗布が推奨される。0.2%程度のフッ素を配合された

歯磨剤も毎日の使用により根面齲蝕の予防効果を発揮することが可能であると推察される。フッ素入り洗口剤の使用は根面齲蝕の予防をある程度期待できるが、単独使用ではなくメンテナンス時のフッ化物塗布あるいはフッ化物配合歯磨剤の使用を併用していくことが望ましい。また、フッ化物塗布前後におけるレーザー照射の併用は、歯根面の耐酸性をさらに向上させることが報告されており⁹⁾、根面齲蝕予防への臨床応用が期待される。

文 献

- 1) Heilman JR, Jordan TH, Warwick R, Wefel JS: Remineralization of root surfaces demineralized in solutions of differing fluoride levels, *Caries Res*, 31: 423~428, 1997.
- 2) ten Cate JM, Damen JJ, Buijs MJ: Inhibition of dentin demineralization by fluoride in vitro, *Caries Res*, 32: 141~147, 1998.
- 3) Mukai Y, Lagerweij MD, ten Cate JM: Effect of a solution with high fluoride concentration on remineralization of shallow and deep root surface caries in vitro, *Caries Res*, 35: 317~324, 2001.
- 4) Petersson LG, Kambara M: Remineralization study of artificial root caries lesions after fluoride treatment. An in vitro study using electric caries monitor and transversal micro-radiography, *Gerodontology*, 21: 85~92, 2004.
- 5) Hong L, Watkins CA, Ettinger RL, Wefel JS: Effect of topical fluoride and fluoride varnish on in vitro root surface lesions, *Am J Dent*, 18: 182~187, 2005.
- 6) Preston KP, Smith PW, Higham SM: The influence of varying fluoride concentration on in vitro remineralization of artificial dentinal lesions with differing lesion morphologies, *Arch Oral Biol*, 53: 20~26, 2008.
- 7) Westerman GH, Hicks MJ, Flaitz CM, Blankenau RJ, Powell GL, Berg JH: Argon laser irradiation in root surface caries: in vitro study examines laser's effects, *J Am Dent Assoc* 125: 401~407, 1994.
- 8) Westerman GH, Hicks MJ, Flaitz CM, Blankenau RJ, Powell GL: Argon laser irradiation effects on sound root surfaces: in vitro scanning electron microscopic observations, *J Clin Laser Med Surg*, 16: 111~115, 1998.
- 9) Gao XL, Pan JS, Hsu CY: Laser-fluoride effect on root demineralization, *J Dent Res*, 85: 919~923, 2006.
- 10) Wallace MC, Retief DH, Bradley EL: The 48-month increment of root caries in an urban population of older adults participating in a preventive dental program, *J Public Health Dent*, 53: 133~137, 1993.
- 11) Nyvad B, Fejerskov O: Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene, *Scand J Dent Res*, 94: 281~284, 1986.